Das Plasmamosaik in den Raphidenzellen der Orchideen *Haemaria* und *Anoectochilus*

Von

Hans Molisch

w. M. k. Akad.

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität in Wien
(Nr. 103 der zweiten Folge)

(Mit 1 Tafel)

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. März 1917)

Betrachtet man den Stengel oder den Blattstiel von *Haemaria discolor* (Ker.) Lindl. = *Goodyera discolor* Ker., so bemerkt man schon mit freiem Auge, noch besser mit der Lupe zweierlei helle Stellen: graue, relativ große, längliche Flecken und kleine runde, weißliche Pünktchen. Die ersteren stellen Spaltöffnungen mit den darunter liegenden Luftinterzellularen und die letzteren große Raphidenzellen dar. Es ist dies meines Wissens einer der wenigen derzeit bekannten Fälle, wo man am lebenden, intakten Objekt schon mit freiem Auge Raphidenbündel wahrnehmen kann. Sie finden sich nicht bloß in dem knapp unter der Oberhaut liegenden Rindenparenchym, sondern auch in der Nähe der Gefäßbündel.

Trägt man einen tangentialen Schnitt durch das Rindenparenchym des Stengels ab, so sieht man zahlreiche, längliche, polygonale Raphidenzellen im Gewebe und diese zeigen eine höchst auffällige Erscheinung, wie sie bisher, soweit ich die Literatur überschaue, bei keiner Raphidenzelle außerhalb der Familie der Orchideen beobachtet worden ist.[1]

[1] Fuchs A., Untersuchungen über den Bau der Raphidenzelle. Österr. botan. Zeitschr., 1898, Nr. 9.

Das hier vorhandene Protoplasma erscheint nicht als eine geschlossene, mehr minder homogene Haut, sondern als ein ungemein feines, aus scharf polygonalen Maschen bestehendes Netz, das den Eindruck eines zierlichen Mosaiks macht. Fig. 1. Dieses Netz kleidet die ganze innere Oberfläche der Zellhaut aus, liegt dicht an und besteht zumeist aus einer einzigen Schichte senkrecht zur Zellmembran stehender Kammern, wie man deutlich erkennen kann, wofern man auf die mittlere Ebene der Zelle einstellt.

An irgendeiner Stelle des Plasmas liegt der Zellkern. Der vom Plasmamosaik umschlossene Hohlraum ist ausgefüllt von homogen erscheinendem Schleim und dem darin eingebetteten Raphidenbündel.

Noch klarer wird der Bau dieser eigenartigen Zelle, wenn man mit zehnprozentiger Kalisalpeterlösung plasmolysiert. Das Plasma zieht sich dann von der Wand zurück, rundet sich aber nicht, wie dies gewöhnlich der Fall ist, dabei stark ab, sondern behält so ziemlich den Umriß der polygonalen Zelle bei. Das Plasmamosaik erscheint jetzt noch schärfer und der das Raphidenbündel umgebende Schleim deutlicher. Fig. 2.

Der Umstand, daß das Plasma bei der Plasmolyse sich nicht in der gewöhnlichen Weise abrundet, sondern noch den polygonalen Umriß der Zelle erkennen läßt und behält, verdient besonders hervorgehoben zu werden, da ich diese Erscheinung noch nicht beobachtet habe. Sie erklärt sich wohl durch die Annahme, daß das Gefüge des Plasmamosaiks relativ sehr fest ist und dem Abrundungsbestreben des Protoplasten entgegenwirkt. Die Erscheinung ist auch bei gewöhnlichen Raphidenzellen zu beobachten, wenn auch nicht immer so deutlich wie bei *Haemaria*.

Eine eigentümliche Einwirkung übt zehnprozentige Sodalösung aus. Sie ruft Plasmolyse der Zelle hervor und gleichzeitig wird der früher hyaline Inhalt der polygonalen Hohlräume opak. Bei Druck auf das Deckglas oder nicht selten von selbst trennen sich in so behandelten Präparaten die Bausteine des Mosaiks voneinander und bilden ein Haufwerk scharf umschriebener Stücke, die genau den

Kammern des Plasmas entsprechen. Dasselbe erzielt man durch Behandlung mit konzentrierter Lösung von Natronlauge in Alkohol. Fig. 3.

Es handelt sich also in diesen Raphidenzellen nicht um ein vergängliches Schaum- oder Wabennetz des Plasmas, wie man es so häufig in wachsenden Pilzhyphen oder Pollenschläuchen sieht, sondern um eine stabil organisierte, ziemlich festgefügte Kammerung des Plasmas. Fig. 4 zeigt das Plasmamosaik im Querschnitt.

Fixierungsmittel, wie einprozentige Essigsäure, einprozentige wässerige Sublimatlösung, Pikrinsäure und Jodjodkaliumlösung lassen das Plasmanetz sehr deutlich erscheinen. Die besten Dienste leistete mir eine Jodjodkaliumlösung. Der von der Wand zurückgezogene Protoplast läßt darin die Kammerung überaus klar erkennen, desgleichen das von homogenem Schleim umhüllte Raphidenbündel.

Es sei ausdrücklich betont, daß bei scharfer Beobachtung das Plasmamosaik schon bei relativ schwacher Vergrößerung (250) in der lebenden intakten Zelle zu sehen ist und daß es sich also nicht etwa um eine durch die angeführten Reagentien hervorgerufenes Kunstprodukt handelt. Die Maschenweite beträgt bis 22 μ.

Das Plasmanetz findet sich ausnahmslos in allen Raphidenzellen von *Haemaria discolor* und stellt mithin eine wesentliche Organisation dieser Zellen dar. Ob diese merkwürdige stabile Kammerung des Plasmas mit der Schleimbildung oder mit irgend einer anderen Funktion zusammenhängt, vermag ich nicht bestimmt zu sagen.

Wenn man aber bedenkt, daß die Raphidenzelle eine Sekretzelle par excellence ist, und daß sie die Aufgabe hat, Schleim und oxalsauren Kalk abzuscheiden, so wird es nicht unwahrscheinlich, daß es sich in dem Plasmamosaik um einen sekretorischen Apparat handelt, der mit der Schleimabsonderung irgend etwas zu tun hat. Auffallend bleibt allerdings, daß bei anderen Schleim- und Raphidenzellen ähnliche sichtbare Strukturen des Plasmas nicht zu sehen sind.

Schultze hat in der später angeführten Arbeit gleichfalls die Ansicht ausgesprochen, daß der alveolare Plasmasaum in

der Kutikula der Larven gewisser Frösche und Kröten einem Sekretionsvorgang dient.

Es wurde früher erwähnt, daß in den lebenden Zellen das Plasma als polygonales Maschennetz erscheint, daß aber der Inhalt der vom Plasma umschlossenen Kammern hyalin ist. Durch gewisse Reagentien wie Soda und alkoholische Natronlauge wird der Inhalt opak. Die Kammern des alveolaren Saumes stellen Vakuolen dar; durch die erwähnten Reagentien wird das sie umhüllende Plasma getötet und dadurch erhalten sie ein anderes Lichtbrechungsvermögen und werden eben matt.

Bei der Einwirkung von zehnprozentiger Sodalösung konnte ich dieses Opakwerden und die damit oft verbundene Trennung der einzelnen Mosaikpolygone in dem Augenblick beobachten, in dem die Sodalösung plötzlich in den Protoplasten eindringt und die Plasmahaut zum Absterben bringt.

Wenn man die Zellen mit zehnprozentiger Kupfersulfatlösung mehrere Stunden behandelt und dann in zehnprozentiger Kalilauge einlegt, so treten die Mosaikteile gleichfalls oft aus dem Verbande und werden dadurch ungemein deutlich.

Es war von vorneherein nicht unwahrscheinlich, daß die verwandte Gattung *Anoectochilus* gleichfalls das Plasmamosaik in den Raphidenzellen besitzen dürfte. Leider gehört *Anoectochilus* zu den tropischen Orchideen, die sehr selten kultiviert werden und auch in botanischen Gärten nicht immer anzutreffen sind, obwohl die Pracht ihrer Blattzeichnung mit ihren Silber- und Goldadern das Entzücken jedes Pflanzenfreundes hervorrufen muß. Man möchte sie geradezu die Kolibris des Pflanzenreiches nennen. Es ist verblüffend, mit welch einfachen Mitteln die Natur diese herrliche Zeichnung im Blatte erreicht: Anthokyan, Chlorophyll und Luft sind die Elemente, mit denen sie abwechselnd arbeitet und so herrliche Farbentöne erzielt.

Das Anthokyan fand ich (im Winter) bei *Haemaria discolor* in vielen Zellen nicht bloß in Lösung, sondern auch in körnigen roten Ballen oder unregelmäßigen Klumpen aus-

geschieden, wie ich dies seinerzeit auch bei anderen Pflanzen beschrieben habe.[1]

Trotz der Seltenheit dieser Orchideen war es mir vergönnt, noch einige Arten der Gattung *Anoectochilus* zu untersuchen, und zwar je eine Blattspreite von *A. setaceus*, *A. rubrovenia* (= *Haemaria*) *A. Rollissonii* und Sprosse von *A. Veitchianus* (= *Macodes petala*) und *A. Dawsonianus* (= *Haemaria Dawsoniana*).

Bei allen fünf Arten konnte ich das Plasmamosaik in den Raphidenzellen feststellen, und da sich diese im wesentlichen so verhalten wie die von *A. discolor*, so sei auf das Gesagte einfach verwiesen.

Am dankbarsten erwiesen sich mir für die Untersuchung *Haemaria discolor* und *A. Veitchianus*. Hier fand ich die Verhältnisse am deutlichsten, auch ist gerade erstere Art in botanischen Gärten am häufigsten anzutreffen und daher leicht erhältlich.

Bei anderen Orchideen, die ich untersuchte, fand ich in den Raphidenzellen das beschriebene Plasmamosaik nicht. Es waren dies: *Microstylis Rhedii, Nephellophyllum pulchrum, Maxillaria densa, M. variabilis, Oncidium microphyllum, Cyrtochilum bictoniense* (= *Odontoglossum bictoniense* Lindl.), *Sarcanthus rostratus, Coelogyne cristata, Cattleya Brownia* und *Liparis longipes.* Es ist aber nicht unmöglich, daß eine nähere Umschau bei den nächsten Verwandten von *Haemaria* und *Anoectochilus* innerhalb der *Monandrae — Neottiinae — — Physureae* und den zunächst stehenden noch weitere Beispiele von Plasmamosaik liefern könnten.

In der Tat belehrten mich nach dem Abschluß meiner Arbeit weitere Literaturstudien, daß in den als Salep verwendeten Knollen von *Orchis purpurea, O. latifolia* und *Ophrys*-Arten das Plasmanetz von A. Meyer[2] gleichfalls gesehen

---

[1] Molisch H., Über amorphes und krystallisiertes Anthokyan. Botan. Ztg., 1905, p. 145.

[2] Meyer A., Über die Knollen der einheimischen Orchideen. Archiv der Pharmazie. CCXXIV. Bd., 65. Jahrg. (1886). p. 325 bis 330.

und beschrieben wurde. Er fand für *Orchis purpurea*, daß alle Schleimzellen aus den mittleren Regionen der Knolle, also alle diejenigen, deren Schleim später resorbiert wird, auf ihrer Wandung ein eigentümliches Netz aufweisen und er bemerkt ganz richtig, daß dieses Netz »ein Netz aus Plasma« und kein Netz im Plasma ist. Das Netz dient sogar als diagnostisches Merkmal für Salepschleimzellen.[1]

Ich habe Gelegenheit gehabt, Anfang März aus der Erde ausgegrabene Knollen von *Ophrys aranifera*[2] in lebendem Zustande zu untersuchen und das Plasmanetz hier auch in den Raphidenzellen zu beobachten. Das Netz fand ich am deutlichsten in der jungen, für das nächste Jahr bestimmten Knolle, auch in den Raphidenzellen der jungen Blattscheiden, hingegen war das Netz in dem ausgebildeten, im vergangenen Jahre angelegten Knollen und in den Wurzeln seltener oder gar nicht zu sehen.

Im allgemeinen fand ich das Netz bei *Ophrys aranifera* in den ganz jungen Raphidenzellen, in den ausgewachsenen aber nicht oder nur schwach angedeutet. So waren die Raphidenzellen knapp hinter der Wurzelspitze mit einem prägnanten Plasmanetz versehen, einige Zentimeter dahinter aber nicht.

Hierdurch unterscheiden sich die Raphidenzellen der *Ophrys aranifera* von denen der *Haemaria* und *Anoectochilus*. An den letzteren ist das Netz immer deutlich erkennbar. Hier bildet es, soweit meine Beobachtungen reichen, stets einen dauernden Bestandteil der Raphidenzelle.

Eine systematische Untersuchung unserer einheimischen Erdorchideen wird höchstwahrscheinlich ergeben, daß das Plasmanetz noch viel verbreiteter sein dürfte, als bisher festgestellt wurde.

---

[1] Tschirch A., Handbuch der Pharmakognosie, 1. Abt., 1912, p. 381 bis 382; Koch L., Die mikroskopische Analyse der Drogenpulver. 2. Bd., 1903. p. 91 und Taf. XVI, Fig. V.

[2] Für die Beschaffung des Materiales bin ich dem Assistenten am pharmakognostischen Institut, Herrn Christian Wimmer, zu großem Danke verpflichtet.

Bei der weiteren Suche nach Plasmanetzen in den Raphidenzellen bei anderen monokotylen Familien stieß ich auf eine besondere Eigentümlichkeit des Schleimes der Raphidenzellen im Stamme von *Dracaena* und *Aletris*, die erwähnt zu werden verdient.

Wenn man die genannten Zellen von *Dracaena reflexa* — am besten die des Stammrindenparenchyms — mit einer mäßig konzentrierten Lösung von Jodjodkalium behandelt, so erscheinen im Schleim zahlreiche, dicht nebeneinander liegende, runde Körper, die sich rotbraun färben. Fig. 5.

Sehr deutlich sind diese Körperchen zu sehen, wenn man den etwa bleistiftdicken Stengel quer durchschneidet, den Inhalt der Raphidenzellen durch einen kräftigeren Druck direkt auf den Objektträger herausquetscht und rasch mit Jodjodkalium behandelt. Der ganze Schleim erscheint dann von Hunderten rotbrauner Scheibchen durchsetzt und wie punktiert. Dieses Präparat hat auch eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Mosaik, allein dieses besitzt einen ganz anderen Charakter als das von *Haemaria*; es ist auch kein Plasmamosaik, sondern kommt einfach dadurch zustande, daß hier runde Körperchen im Schleim dicht eingebettet sind.

Das vorhin erwähnte Ausquetschen des Zellinhaltes bietet ein ebenso einfaches als bequemes Mittel dar, den Bau der Raphidenzelle klar zu überschauen. Der aus der Zellhülle ausgeschlüpfte Inhalt zeigt noch den ursprünglichen Umriß der Zelle, die Plasmaschicht, die Schleimvakuole, den Zellkern und, wie bereits bemerkt, nach Behandlung mit Jodjodkalium sehr schön die erwähnten Inhaltskörper des Schleims.

Noch klarer treten diese unter der Einwirkung von wässeriger Kongorotlösung hervor, indem sie sich tiefrot färben. Auffallenderweise sind die Körperchen im ungefärbten, intakten Schleim kaum oder gar nicht sichtbar.

Die scheibenförmigen Einschlüsse haben eine elliptische oder kreisförmige Gestalt. Stehen die Scheibchen auf der Kante, so erscheinen sie spindel-, faden- oder strichartig. Quetscht man sie, so können sie die verschiedensten Formen

annehmen; sie können dann zu Fäden, Spindeln oder unregelmäßigen Gestalten ausgezogen werden (Fig. 6); ein Beweis, daß sie aus einer plastischen, festweichen Substanz bestehen, die selbst schleimige Konsistenz hat, jedoch von dem homogenen Schleim der Raphidenzelle doch verschieden sein muß.

Der größte Durchmesser dieser im Schleim eingebetteten Körperchen schwankt, wenn sie nicht gedrückt und ausgezogen werden, also Scheibenform behalten, zwischen Bruchteilen von 1 μ bis 40 μ.

Während Kongorot die Scheibchen des Schleims ausgezeichnet färbt, hat Hämatoxylin, Anilinblau und Safranin diese Fähigkeit nicht oder nur in geringem Grade.

Dracaena arborea hat auffallend lange Raphidenzellen in der Stammrinde und auch diese zeigen runde Einschlüsse; doch sind diese viel kleiner und färben sich mit Jodjodkaliumlösung braun bis braunviolett. Es handelt sich hier wahrscheinlich um ein der Stärke oder dem Dextrin nahestehendes Kohlehydrat.

Dracaena Draco hat breitere, aber viel kürzere Raphidenzellen, verhält sich aber sonst ähnlich wie *Dracaena arborea*. Die Einschlüsse des Schleims färben sich auch braunviolett oder braunrot.

Aletris fragrans zeigt bezüglich der Einschlüsse des Schleims ähnliche Verhältnisse wie *Dracaena reflexa*.

Es wurde früher betont, daß das Plasmamosaik, wie es bei den Raphidenzellen gewisser Orchideen von mir beschrieben wurde, zu den größten Seltenheiten gehört, ja in seiner Art vielleicht allein dasteht. Das Plasma im Endosperm vieler Samen und im Speichersystem vieler Zwiebelschuppen (Tulpen etc.) besteht allerdings auch aus einem deutlichen Netzwerk mit runden oder polygonalen Maschen; aber hier verhält sich die Sache doch insofern anders, als das Netzwerk hier durch die Einlagerung der Stärkekörner oder Aleuronkörner in das Plasma zustandekommt. Das Plasmanetz tritt mit wunderbarer Schärfe hervor, wenn man Schnitte durch das Endosperm reifer Samen von *Zea mais*, *Secale cereale*, *Triticum vulgare*, *Avena sativa* oder *Lupinus*-Arten mit zehn-

prozentiger Kalilauge behandelt. Die Stärkekörner verquellen in den Getreidesamen zu einer homogenen Masse und gleichzeitig tritt das Plasma, welches jedes Stärkekorn als dünnes Häutchen umhüllt, als ein ungemein scharfes Netz hervor. Für die Darstellung derartiger Plasmanetze eignen sich besonders Mais und Lupine.

Die einzelnen Maschen stellen die Plasmahüllen der Stärke, beziehungsweise der Aleuronkörner dar, das Plasmamosaik ist hier einfach eine Folge der im Plasma eingelagerten Inhaltskörper. Bei den Raphidenzellen von *Anoectochilus* und *Haemaria* aber handelt es sich um ein Mosaik, das dem Plasma, unabhängig von festen Inhaltskörpern eigentümlich ist.

Vergleichbar mit dem Raphidenzellmosaik erscheint die Kammerung des Plasmas in den Zellen von *Cladophora*-Arten. »Die Zellen sind im Innern von Zellsaft erfüllt, der von farblosen, äußerst dünnen Plasmaplatten durchsetzt wird, die, von dem Wandbelag ausgehend, den Saftraum in unregelmäßige, verschieden große, polygonale Kammern zerlegen.«[1] Auch hier handelt es sich um Kammern, d. h. um Vakuolen, die von Plasmaplatten umschlossen sind.

Ein ähnlicher alveolarer Plasmasaum wie in den Raphidenzellen der genannten Orchideen kommt auch im Tierreich, wenngleich selten, vor. Mein verehrter Kollege, der Zoologe Hofrat Prof. Dr. K. Grobben, hatte die Güte, mich auf eine einschlägige Arbeit von O. Schultze[2] aufmerksam zu machen, wofür ich ihm bestens danke.

Bei den Larven mancher anuren Amphibien, besonders bei den Larven von *Pelobates fuscus* (Knoblauchkröte) findet sich in den Deckzellen der Cuticula als peripherer äußerer Saum ein alveolares Gitternetz, das mit dem von *Haemaria* und *Anoectochilus* eine gewisse Ähnlichkeit hat. Es gibt sich als ein aus wabenartigen, nebeneinander gereihten Alveolen aufgebauter Saum zu erkennen.

---

[1] Strasburger E. und Koernicke M., Das Botan. Praktikum. 5. Aufl., Jena 1913, p. 402.

[2] Schultze Oskar, Über den Bau und die Bedeutung der Außencuticula der Amphibienlarven. Archiv für mikroskopische Anatomie etc. 69. Bd., Bonn 1907, p. 544 bis 562.

Bei aller Ähnlichkeit mit den erwähnten Plasmanetzen der Endospermzellen, der *Cladophora* und der Kutikularzellen von Amphibienlarven ergibt sich doch als Besonderheit des Plasmamosaiks der Raphidenzellen der beiden untersuchten Orchideengattungen *Haemaria* und *Anoectochilus*, daß seine Kammern insofern einen hohen Grad von Selbständigkeit haben, als sie sich durch bestimmte Mittel voneinander isolieren lassen. In dieser Beziehung ist dieses Plasmamosaik einzig in seiner Art und liefert ein schönes Beispiel dafür, daß das Protoplasma einen hohen Grad von Organisation erreichen kann, die schon bei schwachen Vergrößerungen zu beobachten möglich ist.

Zusammenfassung.

1. Die Raphidenzellen der Orchideengattungen *Haemaria* und *Anoectochilus* haben nicht, wie dies sonst bei Pflanzenzellen der Fall ist, einen mehr oder minder homogenen Plasmaschlauch, sondern das Plasma bildet einen der Zellwand dicht anliegenden, einschichtigen Saum von relativ großen Kammern oder Vakuolen. Das Plasma erscheint daher in der Vollansicht als ein zierliches, großmaschiges Netz, als ein Mosaik, und in der Seitenansicht, z. B. im Querschnitt der Zelle, als ein gekammerter Schlauch. Es handelt sich hier nicht um einen labilen, wabigen Bau im Sinne von Bütschli, sondern um einen stabilen, dauernden Bestandteil der Zelle, wie er in dieser Art bisher in Zellen höherer Pflanzen nur bei den als Salep beschriebenen Knollen von *Orchis* und *Ophrys* beobachtet worden ist.

Durch Behandlung mit zehnprozentiger Sodalösung oder konzentrierter alkoholischer Natronlauge gelingt es, die polygonalen Vakuolen des Mosaiks zu isolieren. Es geht daraus der hohe Grad von Selbständigkeit der einzelnen Kammern des Plasmaschlauches deutlich hervor.

2. Vorläufig konnte ein derartiges Plasmamosaik nur bei den genannten Orchideengattungen festgestellt werden; weder bei anderen Gattungen in der Familie der Orchideen noch in

denen anderer monokotyler und dikotyler Familien wurde in den Raphidenzellen bisher etwas Ähnliches aufgefunden.

3. Die Raphidenzellen in der Stammrinde von *Dracaena*- und *Aletris*-Arten enthalten in ihrem Schleim zahlreiche dicht gelagerte Scheibchen eines schleimartigen, vielleicht der Stärke oder dem Dextrin nahestehenden Körpers, der in der intakten lebenden Zelle nicht oder nicht deutlich zu sehen ist, durch Jodjodkalium oder Kongorotlösung aber leicht ausgefärbt und sichtbar gemacht werden kann.

Erklärung der Tafel.

Die Fig. 1 bis 4 beziehen sich auf *Haemaria discolor*.

Fig. 1. Raphidenzelle in der Längsansicht, lebend. Sie zeigt die Zellwand *z*, das Plasmamosaik *m*, den Zellkern *n* und das in Schleim eingebettete Raphidenbündel *r*.

» 2. Raphidenzelle in der Längsansicht auf die Mediane eingestellt. Das Plasmamosaik *m* von der Wand *z* zurückgezogen und im Profil gesehen. *s* Schleim, *r* Raphiden, *n* der Zellkern. Nach Behandlung mit zehnprozentiger Kalisalpeterlösung.

» 3. Raphidenzelle nach Einwirkung konzentrierter alkoholischer Natronlauge. Das Plasmamosaik wird deutlicher und zerfällt (unten) in seine einzelnen Bestandteile *m*.

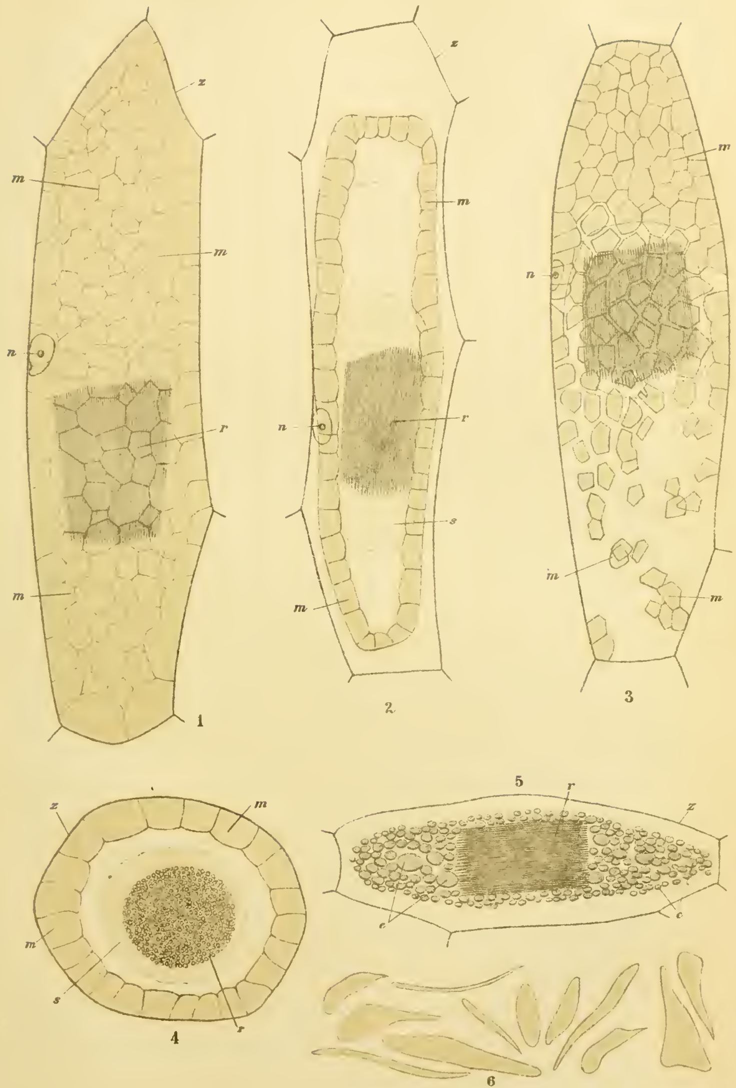
» 4. Raphidenzelle quer durchschnitten und mit Jodjodkaliumlösung fixiert. Der Plasmaschlauch *m* liegt der Zellwand *z* innig an. Er besteht aus den zu einem Ring angeordneten Kammern *m*. Im Zentrum liegt das vom Schleim *s* umhüllte Raphidenbündel *r*.

» 5. *Dracaena Draco*. Raphidenzelle nach Behandlung mit Jodjodkaliumlösung. Die zahlreichen Einschlüsse *e* des Schleims erscheinen als runde, dicht gelagerte Scheibchen. Die periphere Zone des Schleims, die mit dem Plasma der Zellwand *z* anliegt, ist frei von diesen Einschlüssen. *r* Raphidenbündel.

» 6. Einzelne der in Fig. 5 erwähnten, festweichen Einschlüsse, durch mäßigen Druck in verschiedenen Formen ausgezogen.

Vergrößerung bei allen Figuren beiläufig 280.

Molisch, H.: Das Plasmamosaik in Raphidenzellen.



Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.